



Ю.А. Масаев//Yu.A. Masaev

канд. техн. наук, профессор ФГБОУ ВО КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, Почетный член Академии горных наук
Candidate of technical sciences, professor FGBOU VO KuzGTU named after T.F.Gorbachev Honorary Member of the Academy of Mining Sciences.Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation.



В. Ю. Масаев//V.Yu. Masaev masaev-62@mail.ru

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО КузГТУ ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА
candidate of technical sciences, assistant professor FGBOU VO KuzGTU named after T.F. Gorbachev, Kemerovo State Agricultural Academy



Ю.В. Дрозденко// Yu.V. Drozdenko

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева»
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the KuzSTU named after T.F. Gorbachev

УДК 622.268.622.281

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ФАКТИЧЕСКОГО КОНТУРА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ОТ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ INVESTIGATION OF LINEAR DEVIATIONS THE ACTUAL CONTOUR OF MINING DEPENDS ON THE CONDITIONS OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

При разработке месторождений полезных ископаемых необходимо проводить комплекс подземных горных выработок различного назначения, формы и размеров поперечного сечения, в различных горных породах и различного срока эксплуатации. Строительство горных выработок, особенно на большой глубине, является одним из наиболее сложных, поэтому к проектированию буровзрывных работ для проведения горных выработок следует подходить с особой тщательностью и вниманием. Состояние окружающих горных пород изменяется при производстве взрывных работ, за счет которых образуется система многочисленных трещин за контуром горной выработки, влияющих на устойчивость окружающих горных пород. Правильное определение параметров взрыва и расположения шпуровых зарядов ВВ должны обеспечивать отбойку горных пород с наименьшим нарушением состояния законтурного массива, определяющих безопасные условия эксплуатации готовой горной выработки. Исследования качества проведения горных выработок показали, что после взрывания комплекта шпуровых зарядов ВВ во многих случаях происходит нарушение массива окружающих горных пород, приводящих к неровности контура горной выработки и получению излишка ее сечения в некоторых случаях до 20%. В процессе проведения горных выработок и их многолетней эксплуатации, неоднократно происходят аварийные обрушения кровли горных выработок с тяжелыми последствиями. Правильное определение параметров взрыва и расположения шпуровых зарядов ВВ должны обеспечивать отбойку горных пород с наименьшим нарушением состояния законтурного массива, определяющих безопасные условия эксплуатации готовой горной выработки. Поэтому при разработке паспортов буро-взрывных работ необходимо обеспечивать не только высокую скорость проведения горной выработки, но и определять безаварийное состояние законтурного массива горных пород. В статье рассмотрены результаты исследований причин разрушения законтурного массива при взрывании зарядов ВВ в оконтуривающих шпурах.

When developing mineral deposits, it is necessary to carry out a complex of underground mining operations for various purposes, shapes and sizes of cross-section, in various rocks and different service life. The construction of mine workings, especially at great depth, is one of the most difficult, therefore, the design of drilling and blasting operations for mining should be approached with special care and attention. The condition of the surrounding rocks changes during blasting operations, due to which a system of numerous

cracks is formed behind the contour of the mining, affecting the stability of the surrounding rocks. The correct determination of the parameters of the explosion and the location of the hole charges of explosives should ensure the breaking of rocks with the least violation of the state of the structural array, which predetermine the safe operating conditions of the finished mining operation. Studies of the quality of mining have shown that after blasting a set of hole charges of explosives, in many cases, there is a violation of the array of surrounding rocks, leading to irregularities in the contour of the mining and obtaining an excess of its cross section in some cases up to 20%. In the process of mining and their long-term operation, emergency collapses of the roof of mining workings with severe consequences repeatedly occur. The correct determination of the explosion parameters and the location of the explosive hole charges should ensure the breaking of rocks with the least violation of the state of the legal array, which predetermine the safe operating conditions of the finished mining. Therefore, when developing drilling and blasting passports, it is necessary to ensure not only a high speed of mining, but also to predetermine the trouble-free state of the structured rock mass. The article considers the results of studies of the causes of the destruction of the contour array when explosive charges explode in contouring holes.

Ключевые слова: ЗАКОНТУРНЫЙ МАССИВ; ЗАРЯД ВВ; РАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ; ТЕПЛОТА ВЗРЫВА; ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ.

Key words: STRUCTURAL ARRAY; EXPLOSIVE CHARGE; EQUILIBRIUM STATE; HEAT OF EXPLOSION; DESTRUCTION ZONES.

Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом связана с необходимостью проведения комплекса подготовительных горных выработок различного назначения, размеров поперечного сечения, направления и глубины расположения в различных горных породах с применением буровзрывных работ. Для этого применяются взрывчатые вещества, располагаемые в шпурах различного назначения и направления.

До начала проведения горных выработок массивы горных пород находятся в состоянии всестороннего сжатия и нарушается при первых циклах проходки. Это приводит к изменению равновесного состояния и образованию поля статических напряжений, вид и величина которых зависит от формы и размеров горной выработки, что изменяет прочностные показатели окружающих горных пород.

Состояние окружающих горных пород изменяется при производстве взрывных работ, за счет которых образуется система многочисленных трещин за контуром горной выработки, влияющих на устойчивость окружающих горных пород. Правильное определение параметров взрыва и расположения шпуровых зарядов ВВ должны обеспечивать отбойку горных пород с наименьшим нарушением состояния законтурного массива, предопределяющих безопасные условия эксплуатации готовой горной выработки. При производстве взрывных работ должны выполняться целый ряд требований, обеспечивающих качество взрыва, основными из которых являются: минимальная нарушенность

законтурного массива, обеспечивающего получение проектного контура горной выработки; качественное отделение породы от массива и дробления до требуемой кусковатости и др. Исследования качества проведения горных выработок показали, что после взрывания комплекта шпуровых зарядов ВВ во многих случаях происходит нарушение массива окружающих горных пород, приводящих к неровности контура горной выработки и получению излишка ее сечения в некоторых случаях до 20%.

Излишне вынутая порода оказывает большое влияние на устойчивость горных выработок в период их эксплуатации. Пустоты между крепью и породой не всегда полностью забучиваются, особенно в кровле выработки. Поэтому крепь выработки, предназначенная поддерживать обнаженные породы от обрушения фактически на большей части выработки, не соприкасается с ними. Образовавшиеся в результате взрывных работ трещины в законтурном массиве, глубина которых достигает 50 см и более, с течением времени под воздействием атмосферных агентов начинают расширяться и проникать вглубь массива. Породы кровли отслаиваются и обрушаются, в результате чего давление на крепь возрастает и все это приводит к тому, что в период эксплуатации горной выработки крепь разрушается и выработки приходится перекреплять.

Расследование аварийных ситуаций показало, что размеры таких обрушений достигали по длине выработки до 30 метров, а по высоте до 5 метров в зависимости от свойств горных пород кровли выработки, глубины расположе-

ния выработок и действующего горного давления. Восстановление таких обрушений занимает много времени и средств.

Исследования показывают, что на качество оконтуривания оказывает влияние значительное количество параметров буровзрывных работ: схема расположения шпуров в забое; конструкция зарядов ВВ в оконтуривающих шпурах; величина заряда ВВ на единицу длины шпура; энергетическая характеристика применяемых ВВ; коэффициент заряжания оконтуривающих шпуров; угол наклона оконтуривающих шпуров; очередность и способ взрывания, и ряд других.

Имеющиеся рекомендации по данному вопросу справедливы только для конкретных условий и нередко носят противоречивый характер. Все это привело к необходимости проведения дополнительных исследований для сопоставления результатов оконтуривания выработок при применении ВВ с разной теплотой взрыва в породах различной крепости и различных углах наклона оконтуривающих шпуров.

Бурить оконтуривающие шпуры параллельно поверхности бортов выработки практически невозможно и увеличение угла наклона приводит к очень большому увеличению разрушения законтурного массива.

В табл. 1 приведены результаты разрушения законтурного массива при взрывании зарядов ВВ с различной теплотой взрыва и при различных углах наклона оконтуривающих шпуров.

Исследованиями установлено, что весовое количество ВВ оказывает существенное влияние на величину законтурного разрушения горных пород, но сравнивать действие разных по теплоте взрыва ВВ на характер оконтуривания выработок при одинаковом количестве ВВ на единицу длины шпура нельзя, так как будут несопоставимые условия. Поэтому сравнение велось при одинаковых или весьма близких величинах энергии заряда ВВ в оконтуривающих шпурах на единицу их длины. В результате было

установлено, что при одинаковой энергии ВВ на шпур с большей теплотой взрыва дают большее законтурное разрушение и с увеличением удельной энергии взрыва (E , ккал/м) величина законтурного разрушения возрастает при любых ВВ и так же величина коэффициента излишка сечения.

С увеличением энергии заряда ВВ на единицу длины оконтуривающих шпуров с 255 до 510 ккал/м значение h возрастает в 1,48 раза при взрывании аммонита АП-5ЖВ и в 1,67 раза при взрывании аммонита 6ЖВ.

Для оценки влияния коэффициента крепости горной породы на законтурное разрушение, оконтуривающие шпуры с одинаковым углом наклона и вес заряда ВВ на шпур принимался таким, чтобы энергия заряда ВВ была одинаковой у взрывчатых веществ с разной теплотой взрыва и ограниченной величины. Опытные взрывания производились в горных породах с коэффициентом крепости от $f=4-6$ до $f=16-18$ в горных выработках примерно одинаковых по площади поперечного сечения и с минимальным углом наклона оконтуривающих шпуров. Обработка результатов взрыва выявила прямолинейную зависимость законтурного разрушения в породах различной крепости. При низкой теплоте взрыва 800-900 ккал/кг величина законтурного разрушения с изменением крепости пород изменяется незначительно и для весьма крепких горных пород с коэффициентом крепости $f=16-19$. Изменение теплоты взрыва ВВ от 800 до 1400 ккал/кг также не приводит к значительному увеличению законтурного разрушения пород.

При высокой теплоте взрыва уменьшение коэффициента крепости горной породы с $f=16-19$ до $f=4-6$ приводит к резкому увеличению (на 35-49%) законтурного разрушения, следовательно, если в крепких породах в оконтуривающих шпурах применяются ВВ с высокой теплотой взрыва то это не приводит к значительным законтурным разрушениям породы и в одном забое горной

Таблица 1. Результаты разрушения законтурного массива при взрывании зарядов ВВ с различной теплотой взрыва и при различных углах наклона.

Table 1. The results of the destruction of the structural array during the explosion of explosive charges with different heat of explosion and at different angles of inclination.

Теплота взрыва применяемого ВВ, ккал/кг	Средняя величина разрушения породного массива, мм при углах наклона оконтуривающих шпуров, град							
	3	4	5	7	9	11	12	13
865	142	199	252	337	424	506	526	587
1407	176	221	261	352	440	530	574	618
%	4,2	5,1	3,5	4,5				

выработки можно применять один тип ВВ. Если применяется ВВ с высокой теплотой взрыва в слабых породах, то в оконтуривающих шпурах должны применяться ВВ со значительно меньшей теплотой взрыва и такое контурное взрывание обеспечат лучшие результаты.

Результаты натурных наблюдений при проведении полевого штрека сечением $S=16,9\text{ м}^2$ в породах с коэффициентом крепости $f=10$ показали, что при контурном взрывании величина максимального смещения горных пород кровли в два с лишним раза меньше, начинается смещение значительно позднее и стабилизируется быстрее, чем при обычном взрывании.

При контурном взрывании ВВ с теплотой взрыва 1292 ккал/кг прирост законтурного разрушения пород с $f=4-14$ через 60-70 часов составлял 3÷8 %, а величина смещения горных пород находилась в пределах 2-7 мм, при применении в оконтуривающих шпурах ВВ с теплотой взрыва 814 ккал/кг через тот же промежуток времени незначительный прирост законтурного разрушения (2,9 %) получен только при коэффициенте крепости $f=4$ и величина смещения породного массива составляла 3 мм. При более крепких породах отслоения и вывалов не наблюдалось и смещения пород не обнаружено. Анализ результатов исследований показал, что величина максимального смещения горных пород зависит от величины законтурного разрушения и развития зоны трещинообразования.

Величина зон разрушения от взрыва зарядов оконтуривающих шпуров определяет величину линейных отклонений фактического контура горной выработки от проектного. Величина этих зон, как уже было отмечено, зависит от расстояния между оконтуривающими шпурами, линии наименьшего сопротивления зарядов ВВ, весового количества ВВ, приходящегося на единицу длины шпура и угла наклона оконтуривающих шпуров. При определении расстояния между оконтуривающими шпурами однозначные сближения зарядов ВВ могут привести либо к необоснованному завышению линии наименьшего сопротивления или к увеличению количества шпуров на контуре, выработки без достижения, желаемого эффекта взрыва. При проведении выработок буровзрывным способом, как правило, наблюдаются значительные неровности контура по длине выработки.

По длине оконтуривающих шпуров могут быть выделены три характерные участка разрушения породы в сторону законтурного массива, длина и радиус которых связаны с углом накло-

на шпуров.

Наименьшие неровности по длине оконтуривающих шпуров дает разрушение породы, то есть при угле наклона оконтуривающих шпуров менее $5^\circ-7^\circ$.

Возможный угол наклона оконтуривающих шпуров зависит от типа и размеров буровой машины и от этого зависит глубина расположения зарядов ВВ. В условиях наибольшей глубины заложения зарядов ВВ образуется зона разрушения, параллельная оконтуривающим шпурам. При приближении к месту расположения внутренней забойки в шпуре плоскость обнажения породы приближается к контуру выработки и величина зоны трещинообразования уменьшается.

Проведенные исследования показали, что нарушенность массива в породе с коэффициентом крепости $f=4-6$ на участке расположения заряда ВВ составила 1,03 м, на участке расположения забойки 0,7 м. В породе с $f=8-12$ соответственно нарушенность составила 1,56 м и 0,33 м и в общем на участке зарядов ВВ нарушенность в 1,3-1,6 раза больше, чем на участках забойки оконтуривающих шпуров.

Нарушенность, возникающая в породном массиве во время взрыва, получает дальнейшее приращение под действием волны напряжения последующих 2-3 очередных взрывов. При повторном воздействии общая глубина нарушенности в породах с коэффициентом крепости $f=4-6$ увеличивается с 1,03 до 1,2 м на участке расположения зарядов ВВ и с 0,8 до 0,95 на участках расположения внутренней забойки. При третьем взрыве общая нарушенность возросла до 1,35 на участке расположения зарядов ВВ и до 1,08 на участке расположения внутренней забойки. В породах крепостью $f=10-14$ рост трещиноватости наблюдался после второго взрыва с 0,56 до 0,67 м на участке расположения заряда ВВ и с 0,33 до 0,47 м на участке расположения внутренней забойки. Как показали эксперименты, прирост глубины распространения трещин в массиве при последующих взрывах примерно одинаков и на участках расположения зарядов ВВ, и на участках внутренней забойки, составляя от 10 до 30 процентов в зависимости от крепости пород.

Исследование трещиноватости кернов, взятых из законтурного массива, показало, что на глубине 10-20 см в породном массиве возникает весьма густая сетка трещиноватости, на глубине до 40 см сетка трещиноватости становится значительно реже, и на глубине 1 м и более распространяются отдельные трещины.

Однако состояние трещиноватости еще не полностью характеризует изменение состояния породы, подвергшейся воздействию взрывной волны. Более точную картину изменения состояния породы вокруг выработки после взрыва дает

исследование на энергоемкость разрушения образцов породы, взятых с различной глубины из выбуренных кернов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копытов А. И. Влияние технологии взрывных работ на состояние окружающей среды в Кузбассе / Копытов А.И., Масаев Ю.А., Масаев В.Ю. // Уголь. 2020. № 5 (1130). С. 57-62. Масаев Ю. А. Условия проведения горных выработок в напряженном породном массиве / Вестник Кузбасского государственного технического университета. Научно-технический журнал: – Кемерово, №1, 2013. – С. 24-27.
2. Копытов А. И. Взрывные работы в горной промышленности / А. И. Копытов, Ю. А. Масаев, В. В. Першин // Монография: – Новосибирск, «Наука», 2013. – 511 с.
3. Доманов В. П. Исследование условий формирования зоны нарушенности законтурного массива и ее влияние на устойчивость горных выработок / В. П. Доманов, Ю. А. Масаев, В. Ю. Масаев, Е. Н. Балаганская // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2015, №1 – С. 16-20.
4. Масаев Ю. А. О механизме взаимодействия смежных зарядов взрывчатых веществ с породным массивом при сооружении горных выработок / Ю. А. Масаев, А. И. Копытов, В. Ю. Масаев, Н. В. Мильбергер // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности: – Кемерово, ООО «ВостЭКО», №1, 2017. – С. 80-87.
5. Еременко А. А. Совершенствование технологии буровзрывных работ на железорудных месторождениях Западной Сибири: – Новосибирск, «Наука», 2013. – 182 с.
6. Демин В. Ф. Определение устойчивости выемочных выработок в зависимости от горно-технологических параметров разработки / В. Ф. Демин, Н. А. Немова, Т. Д. Мальченко, Т. В. Демина, А. С. Казкен // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений. Тр. V Международной конференции: – Екатеринбург, 2016. – С. 171-177.
7. Масаев Ю. А. Исследование механизма формирования зоны нарушенности породного массива после взрывания зарядов ВВ в оконтуривающих шпурах / Вестник Кузбасского государственного технического университета, Научно-технический журнал,.: – Кемерово, №3, 2013. – С.21-24.

REFERENCES

1. Kopytov A. I. The influence of blasting technology on the state of the environment in Kuzbass / Kopytov A.I., Masaev Yu.A., Masaev V.Yu. // Coal. 2020. No. 5 (1130). pp. 57-62. Masaev Yu. A. Conditions for mining in a stressed rock massif / Bulletin of the Kuzbass State Technical University. Scientific and Technical journal: - Kemerovo, No. 1, 2013. – pp. 24-27.
2. Kopytov A. I. Blasting in the mining industry / A. I. Kopytov, Yu. A. Masaev, V. V. Pershin // Monograph: – Novosibirsk, "Science", 2013. – 511 p.
3. Domanov V. P. Investigation of the conditions for the formation of a zone of disturbance of a natural massif and its effect on the stability of mountain workings / V. P. Domanov, Yu. A. Masaev, V. Yu. Masaev, E. N. Balaganskaya // Bulletin of the Scientific Center for the Safety of Work in the Coal Industry, 2015, No. 1 - pp. 16-20.
4. Masaev Yu. A. On the mechanism of interaction of adjacent charges of explosives with a rock mass during the construction of mining rigs / Yu. A. Masaev, A. I. Kopytov, V. Yu. Masaev, N. V. Milberger // Bulletin of the Scientific Center for safety of work in the coal industry: - Kemerovo, VostECO LLC, No. 1, 2017. – pp. 80-87.
5. Eremenko A. A. Improving the technology of drilling and blasting operations at iron ore deposits in Western Siberia: – Novosibirsk, Nauka, 2013. – 182 p.
6. Demin V. F. Determination of the stability of excavation workings depending on mining and technological parameters of development / V. F. Demin, N. A. Nemova, T. D. Malchenko, T. V. Demina, A. S. Kazken // Design, construction and operation of complexes of underground structures. Tr. V of the International Conference: – Yekaterinburg, 2016. – pp. 171-177.
7. Masaev Yu. A. Investigation of the mechanism of formation of the rock mass disturbance zone after explosive charges exploding in the boreholes / Bulletin of the Kuzbass State Technical University, Scientific and Technical Journal,.: – Kemerovo, No. 3, 2013. – pp.21-24.



Развитие зон напряжения
в породных массивах при
проведении горных выработок
различного поперечного сечения
стр.21

Заводские (стендовые) и шахтные испытания
крепи анкерной с предварительным
натяжением
стр.62

Выпуск 4-2023 | Кемерово | ISSN 2072-6554 | DOI 10.26631/issn.2072-6554

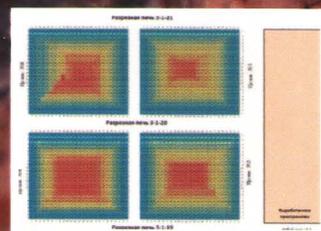
ВЕСТНИК

Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности

С наступающим Новым 2024 годом!
Слово редактора

АКТУАЛЬНО

**ОСОБЕННОСТИ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ
ОТРАБОТКИ СКЛОННОГО К ГОРНЫМ
УДАРАМ ПЛАСТА К4 В УСЛОВИЯХ
ШАХТЫ «ДЕНИСОВСКАЯ»**
стр.6



**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВООПАСНОСТИ И
УЧАСТИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ВО ВЗРЫВАХ**
стр.13



ВЕСТНИК

Научного центра по безопасности работ
в угольной промышленности

Научно-технический журнал

ISSN 2072-6554



9 772072 655426 >

Кемерово

4-2023

ВЕСТНИК
Научного центра
по безопасности работ
в угольной промышленности
ISSN 2072-6554

№ 4-2023

Выходит 4 раза в год

Подписной индекс
в Каталоге Агентства
«Роспечать» 2023г. – 35939

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-71529 от 13.11.2017 г.

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», сформированный ВАК при Минобрнауки России

Учредитель и издатель

научно-технического журнала «Вестник...»:

**Общество с ограниченной
ответственностью «ВостЭКО»
(ООО «ВостЭКО»)**

Адрес учредителя и издателя:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,
Сосновый бульвар, дом 1, кабинет 415

Адрес редакции:

650002, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово,
Сосновый бульвар, дом 1

Редакторы: *Д. А. Трубицына, Л. С. Кузюкова,
Т.В. Архипенко*

тел. 77-86-62, 64-26-51.

e-mail: tanya-adv@list.ru

dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru

**Позиция редакции не всегда совпадает
с точкой зрения авторов публикуемых материалов**

**В номере использованы материалы сайтов
www.lori.ru, www.freemages.com, www.unsplash.com и
www.graphicriver.net**

16+

© ООО «ВостЭКО», 2023

Адрес типографии:

630015, Россия, г. Новосибирск, ул. Комбинатская, 3А
тел. +7 (383) 207-85-22. Типография «Арт Черри».

Главный редактор: Н. В. Трубицына

Редакционная коллегия:

Н. В. Трубицына – главный редактор, заместитель
директора по научной работе ООО «ВостЭКО»,
д-р техн. наук

А. С. Ярош – заместитель главного редактора,
канд. техн. наук

Д. В. Исламов - депутат ГД ФС РФ, кандт. техн.
наук

А. А. Трубицын – консультант по научной работе
ООО «Горный-ЦОТ», НАО «НЦ ПБ», д-р техн. наук,
проф.

А. А. Васильев – заведующий лабораторией
ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А.
Лаврентьева СО РАН», д-р физ.-мат. наук, проф.

А. М. Брюханов – директор МакНИИ, д-р техн. наук

В. И. Клишин – директор Института угля
Федерального исследовательского центра угля и
углехимии СО РАН, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,
проф.

А. В. Шадрин – главный научный сотрудник
Института угля ФИЦ УУХ СО РАН, д-р техн. наук

В. Г. Казанцев – заведующий кафедрой «БТИ»
(филиал) ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И.
Ползунова», д-р техн. наук

В. С. Зыков – заместитель генерального директора
АО «НЦ ВостНИИ», д-р техн. наук, проф.

Д. А. Трубицына – выпускающий редактор ООО
«ВостЭКО»



INDUSTRIAL SAFETY

Scientific-technical magazine

Kemerovo

4 - 2023

INDUSTRIAL SAFETY

ISSN 2072-6554

№ 4- 2023

Is issued 4 times a
year

Subscription index
in «Rospechat» Agency
Catalogue: Year 2023 – 35939

MAGAZINE IS REGISTERED

by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications. Registration certificate of mass information means PI № FS77-71529 dated by 13.11.2017 r.

THE MAGAZINE IS INCLUDED

into «The list of russian reviewed scientific magazines in which main scientific results of dissertations for scientific degrees of a doctor and a candidate of sciences must be published». The list is formed by Higher Attestation Commission of RF Ministry of Education and Science.

**Promoter and publisher of «Industrial Safety»
scientific-technical magazine:
Co Ltd «VostEKO»**

Address of the promoter and publisher:
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sos-
novyi bd., 1, office 415

Address of the editors:
650002, Russia, Kemerovskaja oblast, Kemerovo, Sos-
novyi bd., 1

Editors: *L.S. Kuzovkova, D.A. Trubitsyna, T.V. Arhipenko*

Tel. 77-86-62, 64-26-51.
e-mail: tanya-adv@list.ru
dtrubitsyna@gmail.com

www.ind-saf.ru
www.indsafe.ru

The edition position not always coincides with the point
of view of authors of published materials

In the issue of the magazine materials of sites
www.lori.ru, www.freemages.com, www.unsplash.com
and www.graphicriver.net are used

16+

© Co Ltd «VostEKO», 2023

Address of the printing
3A Kombinatskaya str., Novosibirsk, 630015, Russia
, tel. +7 (383) 207-85-22. Art Cherry Printing House.

Chief editor: N. V. Trubitsyna

Editorial board:

N. V. Trubitsyna – chief editor, deputy director for scientific work of OOO «VostEKO», doctor of technical sciences

A. S. Yarosh – deputy chief editor, candidate of technical sciences

D. V. Islamov - deputy of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, candidate of technical sciences

A. A. Trubitsyn - scientific work consultant, OOO "Gorny COT", NAO "NC PB", doctor of technical sciences, professor

A. A. Vasil'ev - Head of the Laboratory FGBUN "M.A. Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB of RAS, doctor of physical and mathematical sciences, professor

A. M. Brjuhanov - Director of MakNII, doctor of technical sciences

V. I. Klishin - director of the Institute of coal, Federal research center of coal and coal chemistry SB RAS, corresponding member of RAS, doctor of technical sciences, professor

A. V. Shadrin – main researcher of the Institute of Coal FIC UUH SB RAS, doctor of technical sciences

V. G. Kazantsev – chairman of «BTI» (branch) FGBOU VPO «AltGTU after I.I.Polzunov», doctor of technical sciences

V. S. Zykov – deputy general director JSC «ScC VostNII», doctor of technical sciences, professor

D. A. Trubitsyna – OOO «VostEKO» Commissioning Editor

СЛОВО РЕДАКТОРА // EDITORIAL

5 Трубицына Н.
Trubitsyna N.

АКТУАЛЬНО // IMPORTANT

6 Ширяев С.Н., Гречишкин П.В., Зыков В.С., Ли К.Х., Харитонов И.И., Лихоузов А.А.
Особенности камерно-столбовой отработки склонного к горным ударам пласта K4 в условиях шахты «Денисовская»
Shiryayev S.N., Grechishkin P.V., Zykov V.S., Lee K.H., Charitonov I.I., Lichouzov A.A.
Features of chamber-pillar mining of inclined to the mining impacts of the K4 formation in the conditions of the denisovskaya mine



13 Романченко С.Б. Экспериментальные исследования параметров взрывоопасности и участия угольной пыли во взрывах
Romanchenko S. B. Experimental studies of explosion hazard parameters and the participation of coal dust in explosions

I. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГЕОМЕХАНИКА // INDUSTRIAL SAFETY AND GEOMECHANICS

21 Масаев Ю.А., Масаев В.Ю. Развитие зон напряжения в породных массивах при проведении горных выработок различного поперечного сечения
Masaev Yu.A., Masaev V.Yu. Development of stress zones in rock massifs during mining of various cross-sections

II. ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY

27 Фомин А.И., Неверов Е.Н., Бесперстов Д.А., Ли К.Х., Угарова И.М. Разработка методологического принципа обеспечения пожаробезопасности людей
Fomin A.I., Neverov E.N., Besperstov D.A., Lee K.H., Ugarova I.M. Development of the methodological principle of ensuring fire safety of people

35 Тарасов В.М., Фомин А.И., Тарасов Д.В. Исследование некоторых нормативных правовых актов
Tarasov V.M., Fomin A.I., Tarasov D.V. Study of some regulatory legal acts

47 Ушакова А.С., Гришин А.С., Фомин А.И., Просин М.В. Психология безопасности труда как ключевое звено в мероприятиях по обеспечению безопасной деятельности человека
Ushakova A.S., Grichin A.S., Fomin A.I., Prosin M.V. Labor safety psychology as a key link in measures to ensure safe human activities

53 Мишенина Н.А., Абдулаев Э.К., Бузакова Е.Ю. Организация физкультурно-оздоровительной работы на предприятиях угольной промышленности
Michenina N.A., Abdulaev E.K., Buzakova Ye.Yu. Organization of physical culture and recreation work at coal industry enterprises

57 Фомин А.И., Грунсковой Т.В., Белкин И.А. Анализ травматизма в нефтешахтной добывающей отрасли республики Коми
Fomin A.I., Grunsky T.V., Belkin I.A. Analysis of injuries in the oil-mining industry of the Komi republic



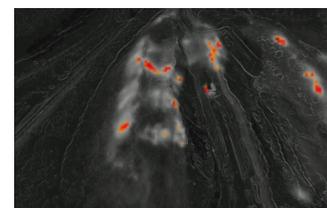
III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ // TECHNOLOGICAL QUESTIONS OF MINING WORK SAFETY

62 Тациенко В.П., Бубнов К.А., Нашатырев А.Г., Царев Д.В., Заволокина Е.А. Заводские (стендовые) и шахтные испытания крепи анкерной с предварительным натяжением
Tatsienko V.P., Bubnov K.A., Nashatyrev A.G., Tsarev D.V., Zavolokina Ye.A. Factory (bench) and mine tests of anchor fasteners with pretensioning

69 Герике П.Б., Герике Б.Л. Результаты анализа среднесрочного прогнозирования технического состояния горных машин
Gericke P.B., Gericke B. L. Some results of the analysis of medium-term forecasting of the technical condition of mining machinery

79 Масаев Ю.А., Масаев В.Ю., Дрозденко Ю.В. Исследование линейных отклонений фактического контура горной выработки от условий производства буровзрывных работ
Masaev Yu.A., Masaev V.Yu., Drozdenko Yu.V. Investigation of linear deviations the actual contour of mining depends on the conditions of drilling and blasting operations

84 Портола В.А., Серегин Е.А., Протасов С.И., Ярош А.С., Бобровникова А.А. Контроль теплового состояния породных отвалов и объектов открытых горных работ с использованием беспилотных летательных аппаратов
Portola V.A., Seregin E.A., Protasov S.I., Yarosh A.S., Bobrovnikova A.A. Control of the thermal condition of rock dumps and open mining facilities using unpiloted aircraft vehicles



91 Дягилева А.В., Пылов П.А., Майтак Р.В. Интеллектуальная автоматизация процесса сейсмоакустического мониторинга на основе метода парзеновского окна
Dyagileva A.V., Pylov P.A., Maitak R.V. Intelligent automation of seismo-acoustic monitoring process based on the parzen window method

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ // PROBLEMS AND OPINIONS

95 Бычков С.В. Агония наук о Земле или как некомпетентность геофизиков в основах точных наук отражается на процессе изучения недр нашей планеты
Vyckhov S.V. The agony of earth sciences or how incompetence of geophysicists in the fundamentals of exact sciences is reflected in the process of studying the bowels of our planet

107 ТРЕБОВАНИЯ К РЕКЛАМНЫМ МАТЕРИАЛАМ // ADVERTISING MATERIALS REQUIREMENTS

108 ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ // DEMANDS TO ARTICLES

110 СОДЕРЖАНИЕ // CONTENT

Подписано в печать 29.12.2023. Тираж 1000 экз. Формат 60x90 1/8.
Выпуск 4-2023, дата выхода в свет 29.12.2023
Объем 10 п. л. Заказ № 2 2022 г. Цена свободная.
Типография «Арт Черри».
630015, Россия, г. Новосибирск, ул. Комбинатская, 3А
Тел. 8 (3842) 657889.